

日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書

The Periphery of Disk Conference

氏 名—泉奈都子（東京大学大学院理学系研究科
天文学専攻D2）

渡航先—オーストラリア

期 間—2014年11月1日-8日

私はシドニーで開催された研究会「The Periphery of Disk Conference (webpage: <http://www.atnf.csiro.au/research/conferences/2014/ThePeripheryOfDisks/index.html>)」に参加し、口頭発表を行った。本研究会は、銀河の進化過程の解明において重要な役割を果たすことが近年急速に認識されつつある「銀河ディスクの外縁部」に焦点を絞り、この領域に特に興味をもつ観測ならびに理論研究者が一同に介して議論する非常に貴重な機会であった。

銀河の進化の歴史は、すなわちその内部の星生成の歴史とも言うことができる。しかし、その星生成を最も促進した要因は何か、例えば外部から流入したガスによるものなのか、超新星爆発などのすでに内部で形成されていた星からのフィードバックによるものなのか、その詳細はいまだに明らかにされていない。また、周囲に存在する銀河との相互作用も銀河の形状や星形成史に大きな影響を及ぼすと考えられている。このような過程を詳細に明らかにするためには銀河のディスクの周囲（ディスクの外側、ハロー、銀河間物質など）におけるガスの動きや外部の天体との相互作用を見ることが非常に重要となる。実際、近年になって銀河同士の相互作用を示す特徴的な結果がディスクの端において観測的に見つかりつつあり、この領域には注目が集まっている。

本研究会で私は「Star formation in the extreme outer Galaxy: Induced by HVC impacting on the Galactic Disk?」という題目で口頭発表を行った。

われわれは野辺山45 m電波望遠鏡やすばる望遠鏡を用いた高感度・高解像度観測によって、銀河系の外縁部における星生成の観測的研究を進めているが、今回の発表では銀河系内で最遠方に位置する可能性の高い星生成領域の発見について報告した。この星生成領域は太陽近傍などと比較して星生成活動が弱いことがわかり、外縁部の金属量が太陽近傍と比較して非常に小さいことによる可能性が示唆された。このような星生成活動の環境依存性はいくつかの先行研究でも調べられてきたが、具体的な物理的メカニズムはいまだ曖昧であり、その解明のためにも非常に貴重なサンプルが得られたと言える。さらに、われわれは周囲の雲の様子からこの星生成が、High-velocity cloud (HVC) と呼ばれる雲と銀河系との相互作用に誘発された可能性が高いことを見いだした。HVCは銀河ハロー内に存在する巨大な中性水素雲であり、大きいものだとその規模は矮小銀河程度に及ぶこともある。超新星爆発などによって銀河系から吹き出されたガスなのか、それとも銀河空間から流入してきたガスなのか、その起源はいまだ明らかにされていないが、銀河系との相互作用により銀河系の星生成を促進する天体として注目されてきた。しかし、実際にHVCと銀河系との相互作用に誘発された星生成の例はいまだ知られておらず、われわれの発見した例が本当にそうである場合は初検出となる。以上の結果に加え、次のステップとして相互作用をより詳細に研究するためにカナダのDominion Radio Astrophysical Observatory (DRAO) Synthesis Telescopeを用いて進めている中性水素21 cm線の高解像度・広範囲の観測プログラムの紹介も行った。

今回が国際研究会では初の口頭発表であったが、事前準備を十分に進めていたため大きなトラブ

ルもなく無事に質疑応答まで終えることができた。そしてこの分野を専門とし、われわれが引用している論文の著者でもある研究者たちに強い興味をもっていただくことができ、その場で議論を深めるだけでなく彼らの観測データをいただくなど、今後の共同研究にもつながる非常に大きな収穫を得た。また、最新の研究成果や計画されている大型のサーベイプロジェクト計画など、興味深い話を数多く聞けただけでなく、日頃会うことが

難しい海外の研究者と知り合うこともでき、今後研究を進めていくうえでも非常に充実した経験を得ることができた。

以上のように、今回の研究会参加は私自身の研究を進めるうえで非常に重要なステップとなった。このような貴重な機会をサポートしていただいた日本天文学会 早川幸男基金および関係者の皆様に多大なる感謝を申し上げる。

日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書

46th Annual Meeting of the AAS Division for Planetary Sciences

氏 名—兵頭龍樹（神戸大学大学院理学研究科 D1）

渡航先—アメリカ合衆国・アリゾナ州ツーソン
期 間—2014年11月8日-14日

今回の渡航では、アメリカ合衆国ツーソンで開かれた46th Annual Meeting of the AAS Division for Planetary Sciences (DPS meeting)に参加し、“Formation of Saturn’s F ring by collision between rubble-pile satellites”というタイトルでポスター発表を行った。以下では、研究会参加・発表について報告する。

DPS meetingは1年に1度開催されるアメリカ天文学会主催の1,000人規模の大規模な国際研究集会であり、系外惑星を含めた惑星分野の観測・理論・探査を主とした研究者が一同に集うものである。申請者は、惑星がもつ衛星-リング系の起源・多様性について理論的な研究を行っており、昨年に続いて参加・発表を行った。

太陽系において惑星がもつ衛星系には豊かな多様性が見られる。例えば、地球には質量比で1/100程度の比較的大きな衛星である月が唯一存在している。一方、土星などの巨大惑星には質量

比が1/10,000程度の比較的小さい衛星が多数存在している。地球の月は、巨大衝突によってばらまかれた破片で形成された中心惑星質量に対して比較的重い粒子円盤が拡散し、地球のロッシュ半径の外側で物質が自己重力で再集積して形成されたと考えられている (e.g. Kokubo et al., 2000, *Icarus* 148, 419)。ここで、ロッシュ半径とは、それより内側では自己重力よりも潮汐力が卓越する臨界距離である。一方、木星を除く巨大惑星が持つ惑星近傍に存在する複数個の衛星の特徴として、ロッシュ半径の外側に存在していて、より内側ほど質量がより小さくなり、ほぼ同一平面上をすべて順行方向に運動していることが知られている。そして近年、このような衛星系が過去に現在よりも多くの質量をもっていたリング（粒子円盤）が“ゆっくり”と拡散進化することで形成されることが明らかになった (Crida & Charnoz, 2012, *Science* 338, 1196; Hyodo et al., 2015, *ApJ* 799, 40)。

また、土星にはロッシュ半径のすぐ外側に、動径方向の幅が非常に細い氷を主成分としたリング（Fリング）が存在している（土星中心からの距離が約14万kmでリングの幅が100km程度）。

さらに、このFリングの両側近傍には、小さな氷粒子が集積して形成されたと考えられているラブルパイル衛星（内側にPrometheus、外側にPandora）が存在しており、この衛星とFリングが互いに相互作用することで、リングの形状維持や日単位のローカルな力学進化が起こっている。また、このFリングの位置は上述の土星周りの複数衛星系の一番内側に対応しており、その内側には氷を主成分とする土星のメインリングがある。

申請者は N 体計算を用い、リングの動径方向外側への染み出しによって複数衛星系が形成する過程を詳細に調べることで、形成されたラブルパイル衛星同士が必ずしも長期的に安定でなく、互いに衝突し破壊されうることを明らかにした (Hyodo et al., 2015, ApJ 799 40; Hyodo & Ohtsuki, 2014, ApJ 787, 56)。そして、このような衝突による破壊が土星Fリングの起源に関係しているのではないかと考え、新たにラブルパイル衛星同士の衝突 N 体計算を行った。現在Fリングが存在しているロッシュ半径のすぐ外側の領域では、起こりうる非常に低速な衝突（衛星の脱出速度程度）

でも潮汐力によって大規模な破壊へとつながる。今回の計算の結果、衛星内部にその周囲の構成粒子よりも密度が大きい（あるいは半径が大きい）粒子が存在しているとき、衝突破壊によって土星Fリングのような動径方向に細いリングと、完全に破壊されず部分的に生き延びた小さな衛星がその両側に形成されることがわかった。

土星のFリングは、その特異な構造と現在進行形の力学進化について多くの観測と理論による研究論文が出版されているが、今までFリングとその両側の羊飼い衛星自体の形成起源を説明したものは存在していない。申請者は、本国際研究集会において特に衛星-リング関係者に向けて研究発表を行ったところ、非常に良い反応を得ることができた。以上の結果は論文としてまとめて投稿し、最近掲載された (Hyodo & Ohtsuki 2015, Nature Geoscience 8, 686-689)。最後になりましたが、このような貴重な機会を提供して下さった早川幸男基金および関係者の皆様には厚く御礼申し上げます。